Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Régions des Maritimes et du Golfe
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2007/047

ÉTAT DE L'OCÉAN EN 2006 : CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LE GOLFE DU MAINE ET LA BAIE DE FUNDY AINSI QUE SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS

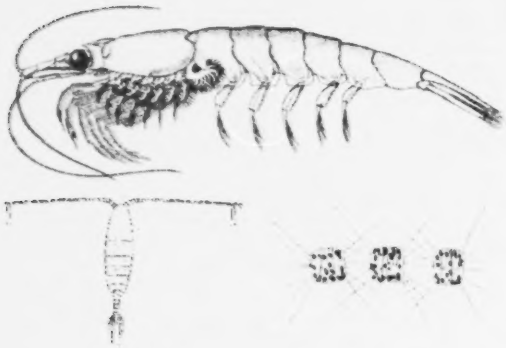

Figure 1. Stations fixes du PMZA dans les Régions des Maritimes et du Golfe et transects du plateau néo-écossais.

Contexte

Le Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 dans les buts suivants : 1) permettre au MPO de mieux comprendre, décrire et prévoir l'état de l'écosystème marin et 2) quantifier les changements qui se produisent dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan, ainsi que dans les relations prédateur-proie parmi les ressources marines. Un des éléments essentiels du PMZA est l'évaluation annuelle de la répartition et de la variabilité des nutriants, et du plancton qui en dépend.

Le PMZA utilise des données provenant d'un réseau de points d'échantillonnage (stations fixes, transects du plateau continental, relevés sur le poisson de fond, télédétection par satellite) au Québec, dans les Maritimes, dans le sud du Golfe et à Terre-Neuve, qui sont échantillonnés à une fréquence allant de toutes les deux semaines à une fois l'an. On recueille aussi de l'information au sujet de l'abondance relative et de la structure de la communauté de plancton, de l'Islande à la côte de Terre-Neuve et de Terre-Neuve au golfe du Maine, grâce à des enregistreurs de plancton en continu (CPR) installés sur des navires commerciaux.

Une description de la répartition spatio-temporelle des nutriants dissous dans l'eau de mer (nitrates, silicates, phosphates et oxygène) donne des renseignements importants sur les mouvements de la masse d'eau ainsi que sur la période et l'ampleur des cycles de production biologique, et sur les lieux où ils se manifestent. Une description de la répartition du phytoplancton et du zooplancton apporte quant à elle des renseignements importants sur les organismes qui forment la base du réseau trophique marin. Il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton pour appliquer une approche écosystémique à la gestion des pêches.

janvier 2008

Canada

SOMMAIRE

- En 2006, les concentrations hivernales de nutriants ont continué de diminuer à la station Halifax-2 et d'augmenter à la station Prince-5.
- En été 2006, la profondeur de la zone de raréfaction des nutriants d'Halifax-2 venait au deuxième rang des plus élevées à ce jour. L'efflorescence du printemps 2006 à Halifax-2 était plus faible en importance et de plus courte durée par rapport aux fortes efflorescences des trois années précédentes et les concentrations de fond en chlorophylle (hors de la période d'efflorescence printanière) continuent de diminuer.
- Les concentrations maximales en chlorophylle à Prince-5 sont survenues beaucoup plus tard en 2006 (2 mois d'écart) que les années précédentes.
- L'indice de coloration et les dénombrements d'espèces obtenus au moyen des enregistreurs de plancton en continu (CPR) en 2005 révélaient que l'abondance de phytoplancton sur le plateau néo-écossais restait égale ou supérieure aux valeurs observées dans les années 1960 et 1970. L'abondance de *Calanus finmarchicus* a continué d'augmenter à Prince-5 en 2006, tandis que l'abondance des organismes à leurs plus jeunes stades de développement (CI-CIII) était la plus basse enregistrée à ce jour aux deux stations fixes des Maritimes.
- La biomasse et l'abondance du petit zooplancton (p. ex., *Pseudocalanus sp.* et *Oithona sp.)* par rapport aux plus gros organismes zooplanctoniques (*Calanus sp., Metridia sp.)* étaient en 2006 notablement plus basses que les années précédentes aux stations fixes des Maritimes.
- La biomasse de zooplancton était la plus basse enregistrée à ce jour dans l'est du plateau néo-écossais durant le relevé sur le poisson de fond de mars 2006, tandis que l'abondance de *C. finmarchicus* était la plus haute jamais enregistrée durant le relevé sur le poisson de fond de juillet.

INTRODUCTION / RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le cycle de production du plancton dépend largement de phénomènes physiques. La croissance des plantes marines microscopiques (phytoplancton) nécessite en particulier de la lumière et des nutriants (comme les nitrates, phosphates et silicates). Or, parmi les principaux nutriants disponibles, l'azote est celui qui, en général, est le moins abondant dans les eaux côtières; cela, pense-t-on, limite la croissance du phytoplancton, particulièrement en été. Une description du cycle des nutriants sur le plateau continental aidera à comprendre et à prédire la variabilité spatio-temporelle des populations de plancton.

Le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique marine et la source alimentaire principale de la partie animale du plancton, le zooplancton. Le phytoplancton et le zooplancton servent à leur tour de nourriture aux larves des poissons et aux invertébrés, et ils influent donc sur leur taux de survie. Comprendre les cycles du plancton permettra donc de mieux évaluer l'état de l'écosystème marin et sa capacité à entretenir des pêches de capture.

Le PMZA donne des renseignements fondamentaux sur la variabilité naturelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du plateau continental de l'Atlantique Nord-Ouest. Les relevés écosystémiques au chalut (sur les poissons de fond) et l'échantillonnage sur des transects du plateau continental donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, mais qui sont d'une portée saisonnière limitée. Des stations fixes placées dans des points stratégiques, comme la station de la vallée de Shediac, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la station 2, le long du transect d'Halifax, sur le plateau néo-écossais, et la

station Prince 5, dans la baie de Fundy servent à compléter l'échantillonnage de nature géographique, en donnant des renseignements plus détaillés sur les changements saisonniers dans les propriétés de l'écosystème. Par ailleurs, la télédétection par satellite de la biomasse de phytoplancton à la surface de la mer (chlorophylle) nous offre une large perspective, à l'échelle de la zone, de l'importante variabilité de l'environnement et de l'écosystème. Enfin, les enregistreurs de plancton en continu (CPR) nous procurent des renseignements sur la variabilité à grande échelle, interrégionale et à long terme (de plusieurs années à plusieurs décennies) de l'abondance du plancton et de la structure de sa communauté.

ÉVALUATION/ANALYSE

Nutriants

Stations fixes. La répartition des principaux nutriants inorganiques dissous (nitrates, silicates, phosphates) observés dans le cadre du PMZA varie grandement dans l'espace et dans le temps (Petite et al. 1999). Pour cette raison et à cause du fait que la disponibilité de l'azote limitera très probablement la croissance du phytoplancton dans nos eaux côtières (MPO, 2000), l'accent sera mis dans le présent document sur la variabilité des concentrations de nitrate.

On a observé au printemps et au début de l'été 2006 une diminution rapide des concentrations de nitrates près de la surface dans les deux stations fixes de la Région des Maritimes (fig. 2). Les basses valeurs des concentrations superficielles ont persisté durant tout l'été et l'automne à Halifax-2 et elles n'ont augmenté qu'à la fin de l'automne. La zone de raréfaction des nitrates (définie comme étant les profondeurs auxquelles les concentrations étaient $\leq$ 1 mmole/m^3) à Halifax-2 en été 2006 avait diminué de profondeur (33 mm) par rapport à sa hauteur record de 2005 (40 m), mais était du même ordre que la moyenne à long terme. L'évolution saisonnière de la structure verticale des nitrates à Halifax-2 en 2006 était similaire à ce qui avait été observé les années précédentes. Toutefois, la représentation des anomalies de nitrates révélait que les concentrations de nitrates dans les eaux profondes (> 50 m) en 2006 étaient plus basses (de -2 à -4 mmole/m^3) en été et plus élevées (+4 mmole/m^3) en automne que la moyenne climatologique. Les concentrations de nitrates près de la surface à Prince-5 en 2006 ne sont jamais descendues sous ~3 mmole/m^3. La représentation des anomalies à cette station révélait que les concentrations de nitrates étaient plus élevées (de +1 à 2 mmole/m^3) que d'habitude tout au long de l'année, mais de façon plus marquée à la fin de l'été et en automne.

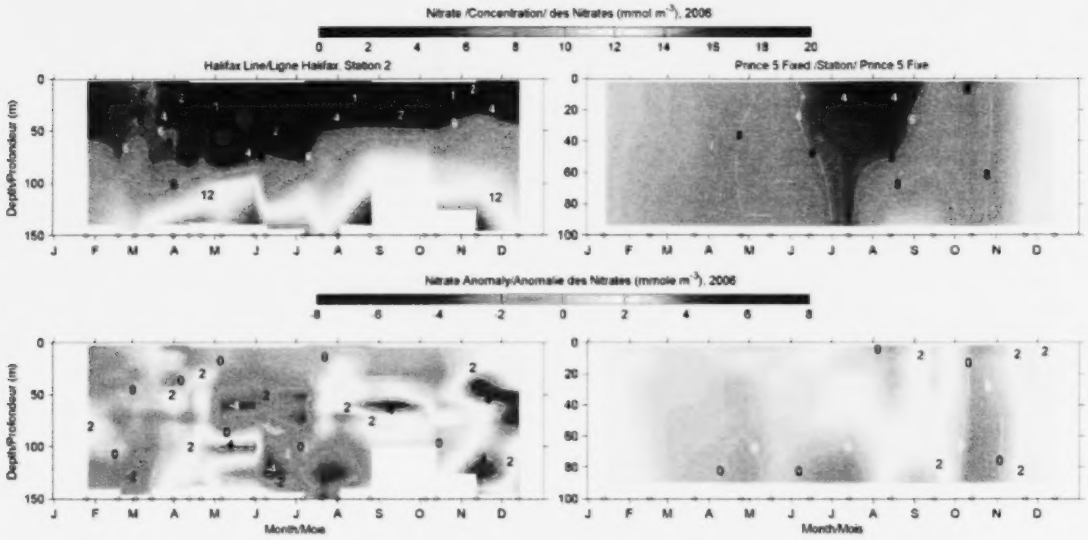
Nitrate /Concentration/ des Nitrates (mmol m-3), 2006
Halifax Line/Ligne Halifax, Station 2
Prince 5 Fixed /Station/ Prince 5 Fixe
Depth/Profondeur (m)
Nitrate Anomaly/Anomalie des Nitrates (mmole m-3), 2006
Month/Mois

Figure 2. Structure verticale et anomalies des concentrations de nitrates (concentrations de 2006 moins la moyenne à long terme) aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Les concentrations de nitrates dans les 50 m supérieurs (zone de profondeur au-dessus de laquelle la dynamique des nutriants est fortement influencée par les phénomènes biologiques) présentent une forte variabilité saisonnière aux deux stations fixes de la Région des Maritimes (fig. 3). Quoique la tendance saisonnière dans la variabilité des nitrates au large d'Halifax-2 en 2006 était semblable à ce qui avait été observé les années précédentes, les concentrations maximales de nitrates en hiver 2006 (~ 260 mmole/m^2) étaient inférieures à celles des années précédentes et elles poursuivaient la tendance à la baisse amorcée après les concentrations records de 2003 (~ 400 mmole/m^2). En revanche, en automne, les concentrations étaient légèrement plus hautes que celles des années précédentes. Les concentrations maximales en nitrates en hiver 2006 dans les 50 m supérieurs à Prince-5 (~ 520 mmole/m^2) étaient sensiblement plus élevées que celles de 2005 (~ 440 mmole/m^2), mais semblables à la moyenne à long terme. De plus, les concentrations estivales (~ 240 mmole/m^2) étaient supérieures à la moyenne à long terme (~ 210 mmole/m^2). Les concentrations annuelles de nitrates en profondeur (> 50 m) à Halifax-2 en 2006 étaient en général comparables à leur moyenne à long terme (~ 800 mmole/m^2), quoique légèrement plus hautes que la normale à la fin de l'année, soit d'octobre à décembre. À Prince-5, toutefois, les concentrations annuelles de nitrates en eau profonde en 2006 étaient supérieures aux conditions moyennes (de toutes les saisons) et poursuivaient leur tendance graduelle à la hausse.

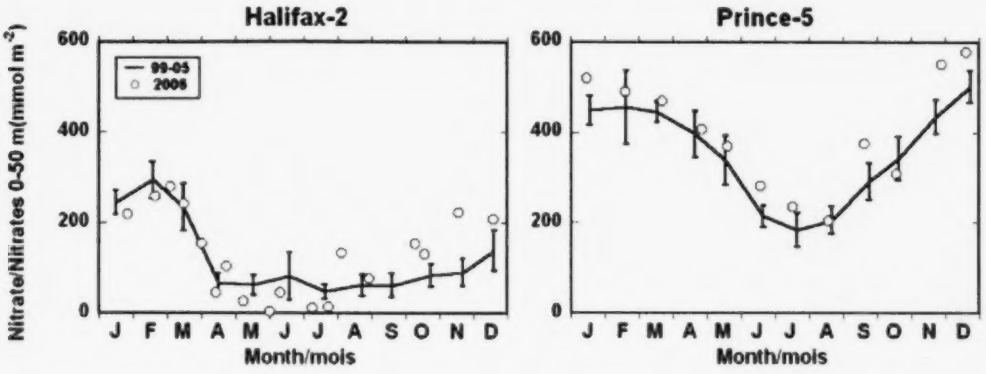

Figure 3. Concentrations de nitrates (depuis la surface jusqu'à 50 m) aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Transects du plateau néo-écossais. La répartition verticale des nitrates était en général semblable au printemps et en automne le long des transects du plateau néo-écossais en 2006, c'est-à-dire que les concentrations étaient basses (<1 mmole/m^3) dans les eaux proches de la surface (< 50 m), en raison de la consommation du phytoplancton, et qu'elles augmentaient avec la profondeur. En eau profonde, les concentrations étaient à leur plus fort dans les bassins (>10 mmole/m^3) et les eaux du talus situées au large du plateau. Comme on l'avait observé les années précédentes, les concentrations de nitrates à la surface étaient déjà considérablement appauvries lors du relevé de printemps, réalisé en avril (1 mmole/m^3, horizon de profondeurs : 20-40 m). De la même manière, les concentrations de nitrates à la surface étaient encore basses lors du relevé d'automne, réalisé à la fin d'octobre (1 mmole/m^3, horizon de profondeurs : 20-50 m) et elles ne reflétaient pas de brassage saisonnier des nutriants depuis les eaux profondes vers les eaux de surface. En 2006, les concentrations de nitrates dans les 50 m supérieurs étaient comparables à celles des années précédentes, sauf au printemps le long du transect du détroit de Cabot, où elles étaient en général plus basses que d'ordinaire (~ 50 mmole/m^3 par rapport à une moyenne à long terme de ~ 100 mmole/m^3) et en automne le long du transect de Louisbourg, où les concentrations étaient supérieures à la normale (~ 90 mmole/m^3 par rapport à une moyenne à long terme de ~ 60 mmole/m^3). En général, les concentrations de nutriants au printemps et en automne le long des transects du détroit de Cabot et du banc de Brown équivalent à près de deux fois celles qu'on observe le long des transects de Louisbourg et d'Halifax.

Relevés sur le poisson de fond. Les concentrations de nitrates dans les eaux de fond pendant le relevé d'été sur le poisson de fond du plateau néo-écossais de juillet 2006 (moy. : 11,5 mmole/m^3) étaient comparables à celles observées précédemment (moyenne à long terme : 11,6 mmole/m^3). Elles augmentaient avec la profondeur et atteignaient leurs plus hauts niveaux dans les bassins profonds du plateau (p. ex. le bassin Émeraude) et dans les eaux du talus au large du plateau (fig. 4). En été 2006, les taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du plateau néo-écossais (moy. : 77 % de saturation) étaient, eux aussi, proches de la moyenne à long terme (79 % de saturation). La superficie des zones du fond qui étaient recouvertes d'eaux dont le taux de saturation se situait en dessous de 60 % était toutefois plus basse (14 000 km^2 ou ~ 10 % de la superficie du plateau) qu'habituellement (16 600 km^2 ou ~ 11 % de la superficie du plateau), mais cela ne représentait pas un écart statistique significatif. Les taux de saturation les plus bas étaient enregistrés dans les bassins profonds (comme le bassin Émeraude) et dans les eaux profondes du large du plateau, où les nutriants abondent le plus.

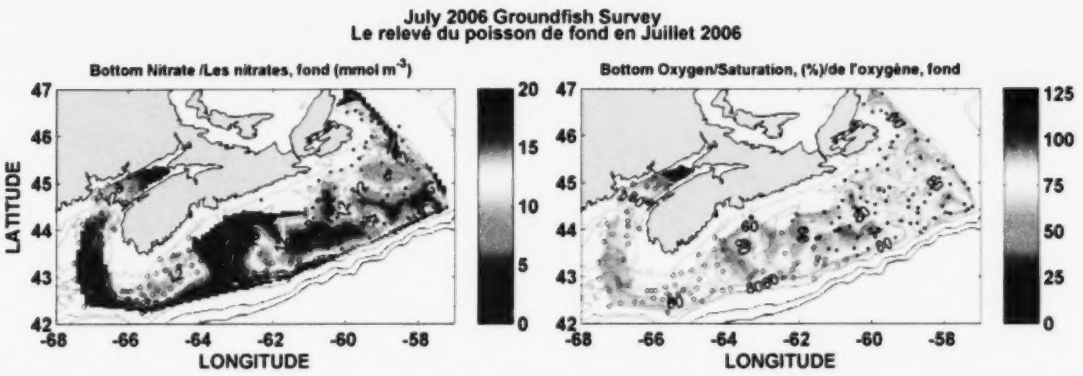

Figure 4. Concentrations de nitrates et taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du plateau néo-écossais durant le relevé sur le poisson de fond de juillet 2006.

Phytoplancton

Stations fixes. Les cycles de croissance saisonnière du phytoplancton sont manifestement bien différents dans les deux stations fixes de la Région des Maritimes (fig. 5 et 6). L'importante efflorescence printanière observée à Halifax-2 entre 2003 et 2005 (~ 650-700 mg/m^2) n'est pas réapparue en 2006 et la concentration de phytoplancton (~ 250 mg/m^2) était la plus basse depuis 1999. La représentation des anomalies donne à penser que l'efflorescence printanière de 2006 a commencé légèrement plus tard et a pris fin légèrement plus tôt que d'ordinaire. L'évolution de la composition de la communauté de phytoplancton à Halifax-2 en 2006 était conforme aux observations des années antérieures, c'est-à-dire que les diatomées dominaient en hiver et au printemps, représentant > 75 % du total, et que les flagellés et les dinoflagellés étaient dominants (> 60 % du total) le reste de l'année. En 2006, la quantité totale de microplancton (~ 50 000/L^{-1}) était la plus basse depuis le début de la série des observations effectuées dans le cadre du PMZA (1999) et elle était en phase avec les faibles teneurs en chlorophylle à cette station.

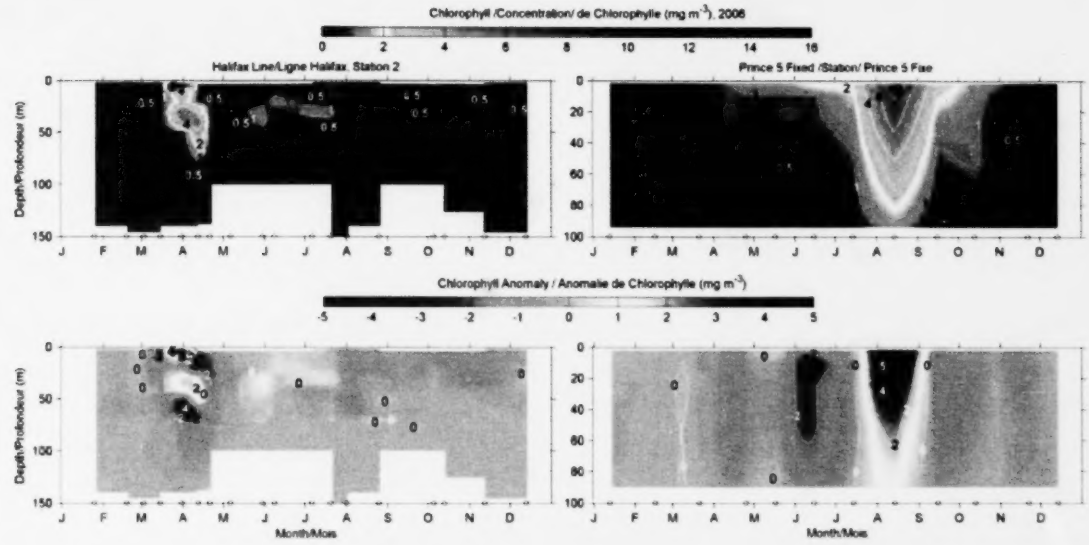
Chlorophyll /Concentration/ de Chlorophylle (mg m-3), 2006
Halifax Line/Ligne Halifax, Station 2
Prince 5 Fixed /Station/ Prince 5 Fixe
Chlorophyll Anomaly / Anomalie de Chlorophylle (mg m-3)
Depth/Profondeur (m)
Month/Mois

Figure 5. Structure verticale et anomalies des concentrations de chlorophylle (concentrations de 2006 moins la moyenne à long terme) aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Le cycle de croissance du phytoplancton à Prince-5 en 2006, contrairement à ce qui a été observé à Halifax-2, s'est caractérisé par une efflorescence soudaine à la fin de l'été (août) et une concentration de pointe (~ 450 mg/m^2) supérieure aux valeurs enregistrées depuis le pic record de 2000 (~ 780 mg/m^2). Les années précédentes, on a observé des phénomènes de croissance multiples à cette station, le plus important survenant beaucoup plus tôt (en juin) qu'en 2006. Cela apparaissait nettement dans le tracé des anomalies, où on constate l'absence (-2 mg/m^3) du pic normal de chlorophylle en juin et l'apparition d'un pic (+5 mg/m^3) deux mois plus tard (en août). Tel qu'indiqué précédemment, à Prince-5 la communauté de phytoplancton se compose presque exclusivement de diatomées (> 95 %) à longueur d'année. Sur une échelle annuelle, c'est la station Prince-5 qui connaît les plus fortes concentrations de chlorophylle des deux stations fixes de la Région des Maritimes.

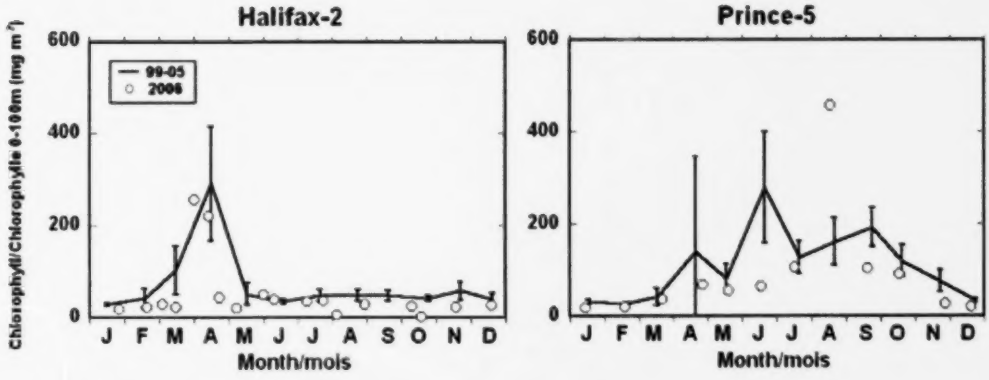

Figure 6. Concentrations de chlorophylle (depuis la surface jusqu'à 100 m) aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Une analyse plus détaillée des périodes auxquelles a commencé et s'est terminée l'efflorescence à Halifax-2 révélait que l'efflorescence de 2006 continuait à apparaître plus tard, qu'elle se terminait plus tôt et durait par conséquent moins longtemps (29 jours) que précédemment (fig. 7). En plus des changements dans la dynamique de l'efflorescence, la concentration « de fond » en chlorophylle (hors de la période d'efflorescence) diminue depuis les huit dernières années, étant passée de ~ 40 mg/m^2 en 1999 à ~ 30 mg/m^2 en 2006.

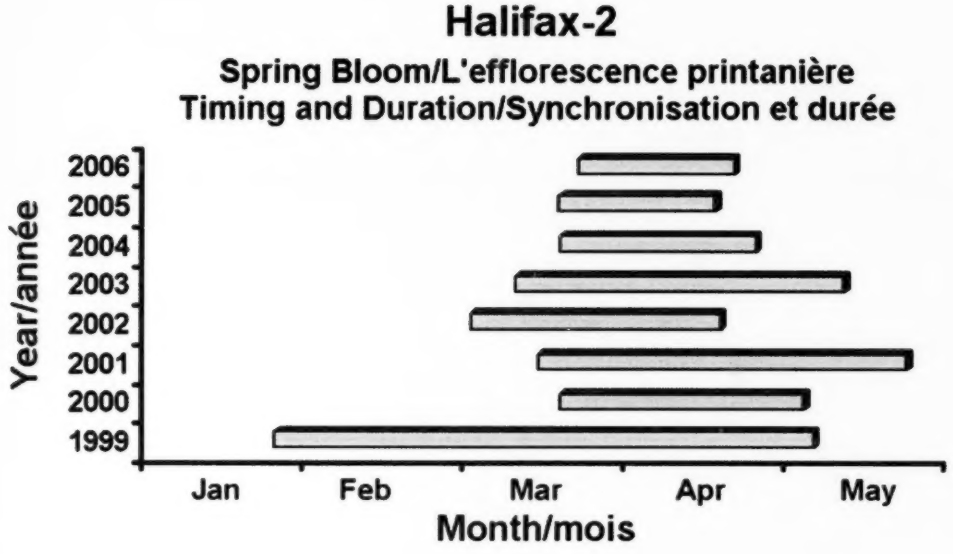

Figure 7. Durée (barres horizontales) et période d'apparition de l'efflorescence printanière de phytoplancton à la station fixe Halifax-2 de 1999 à 2006.

Transects du plateau néo-écossais. Les concentrations de chlorophylle le long des transects du plateau néo-écossais sont toujours beaucoup plus élevées au printemps qu'en automne et cela était particulièrement vrai le long des transects du détroit de Cabot et de Louisbourg en 2006 (fig. 8). Malgré cela, les concentrations de chlorophylle au cours du relevé du printemps 2006 étaient inférieures à la normale. En fait les concentrations de chlorophylle sur les transects d'Halifax et de Louisbourg étaient les plus basses enregistrées à ce jour (~ 40-150 mg/m^2 en 2006 par rapport à une moyenne à long terme de ~ 200-400 mg/m^2). De plus, une nette tendance à la baisse des concentrations de printemps au cours des quatre dernières années d'observations était manifeste le long des transects du banc de Brown et de Louisbourg. Les concentrations de chlorophylle étaient également inférieures à la normale le long de tous les transects au cours du relevé de l'automne 2006. Quant aux concentrations automnales de chlorophylle, elles étaient, comme celles du printemps, les plus basses à ce jour, mais dans ce cas-ci tant sur le transect du détroit de Cabot que sur ceux d'Halifax et de Louisbourg. Une nette tendance à la baisse des concentrations automnales de chlorophylle apparaissait le long de tous les transects sur la totalité des huit ans d'observations du PMZA.

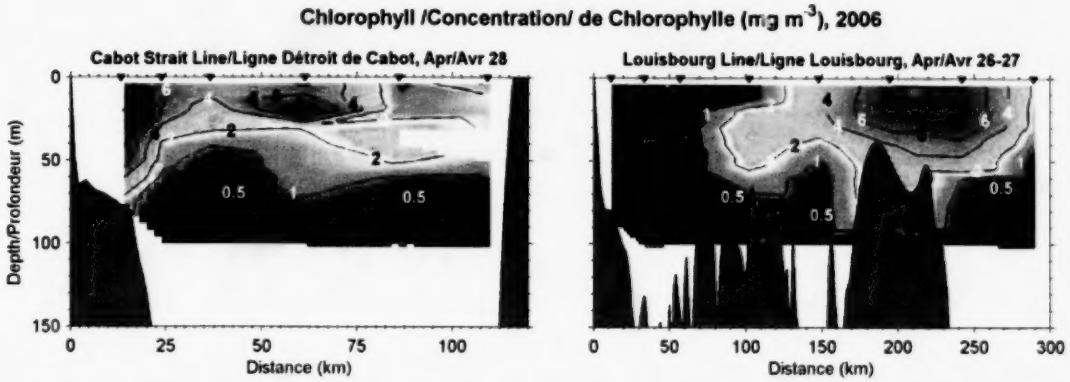
Chlorophyll /Concentration/ de Chlorophylle (mg m-3), 2006
Cabot Strait Line/Ligne Détroit de Cabot, Apr/Avr 28
Louisbourg Line/Ligne Louisbourg, Apr/Avr 26-27
Depth/Profondeur (m)
Distance (km)
Distance (km)

Figure 8. Structure verticale des concentrations de chlorophylle le long des transects du détroit de Cabot et de Louisbourg au printemps 2006.

Relevés sur le poisson de fond. Les concentrations de chlorophylle près de la surface lors du relevé de l'été 2006 dans l'est du plateau néo-écossais reflétaient le même régime de répartition que les années précédentes, à savoir qu'elles étaient les plus élevées au large du plateau (> 8 mg/m^3), ce qui indiquait que l'efflorescence printanière était bien avancée dans ce secteur, mais qu'elle n'avait pas encore commencé à l'intérieur du plateau (fig. 9). Les concentrations de chlorophylle à la surface durant le relevé de l'été 2006 sur le plateau néo-écossais étaient en revanche uniformément basses (< 1 mg/m^3) sur la majeure partie du centre et de l'est du plateau. On a observé de fortes concentrations de chlorophylle (> 2 mg/m^3) uniquement près de la côte sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans les approches de la baie de Fundy, comme les années précédentes. Ces régions se caractérisent généralement par un fort brassage vertical. Dans l'ensemble, les concentrations superficielles estivales de chlorophylle sur le plateau néo-écossais en 2006 (moy. : 0,69 mg/m^3) étaient proches de la moyenne à long terme (0,68 mg/m^3).

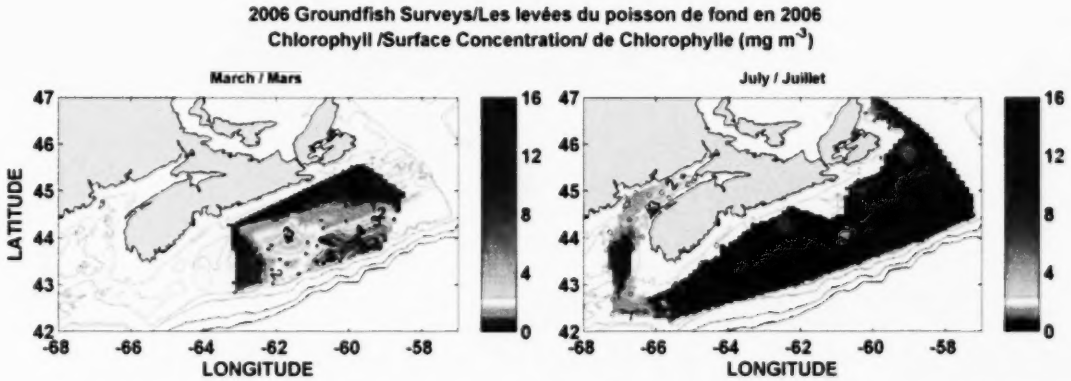

Figure 9. Concentrations de chlorophylle près de la surface dans les eaux du plateau néo-écossais durant les relevés sur le poisson de fond de mars et juillet 2006.

Télédétection par satellite : Les données sur la couleur de l'océan (SeaWiFS et MODIS) nous donnent un bon moyen supplémentaire d'évaluer la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) en surface aux stations fixes du PMZA, le long des transects saisonniers et à plus grande échelle (dans l'Atlantique Nord-Ouest), et elles peuvent nous donner une information

temporelle et une perspective spatiale synoptique qu'il n'est pas possible d'obtenir dans l'échantillonnage classique. Des images composites de la Région des Maritimes portant sur les principales périodes des relevés par transect sur le plateau néo-écossais et des relevés sur le poisson de fond ont permis de placer ces données dans un contexte géographique plus large et d'en dégager des éléments qui viennent compléter ou corroborer les observations effectuées à partir de navires ou d'obtenir des renseignements qui ne seraient pas disponibles autrement. Par exemple, les concentrations maximales de chlorophylle à la surface au-delà du plateau observées durant le relevé de mars sur le poisson de fond de l'est du plateau néo-écossais ont été confirmées par les données MODIS, qui révélaient aussi l'étendue spatiale de l'efflorescence printanière dans les eaux du large. De la même manière, les images composites MODIS indiquaient que la grande efflorescence printanière était déjà en déclin lorsque le relevé par transect sur le plateau a été réalisé en avril-mai. Enfin, les images composites reflétaient aussi les basses concentrations générales de chlorophylle en surface observées sur l'ensemble du plateau au cours du relevé de juillet sur le poisson de fond et les concentrations de chlorophylle observées lors du relevé d'octobre par transect sur le plateau, les concentrations les plus fortes ayant été observées dans l'est du plateau.

Autre application utile des champs de chlorophylle détectés par satellite, ils permettent de produire des représentations graphiques de la dynamique saisonnière de la chlorophylle sur les diverses parties du plateau. Il est évident d'après ces données que, par exemple, les concentrations de chlorophylle à la surface sont généralement plus élevées dans l'est du plateau néo-écossais (transect de Louisbourg) que dans le centre et l'ouest de celui-ci (transect d'Halifax) (fig. 10). La dynamique de l'amorce, de la durée et de la fin des efflorescences de printemps et d'automne est aussi reflétée dans ce type de représentation graphique, ainsi que les relations spatiales (sur l'ensemble du plateau). Par exemple, l'apparition plus précoce de l'efflorescence printanière au-delà du bord de la partie centrale du plateau néo-écossais (transect d'Halifax) par rapport à l'efflorescence au centre du plateau est clairement évidente. De façon générale, les efflorescences printanières sur le plateau néo-écossais peuvent être vues comme des phénomènes séparés, intenses et de courte durée, tandis que les efflorescences d'automne semblent de moindre ampleur, plus diffuses et de durée variée.

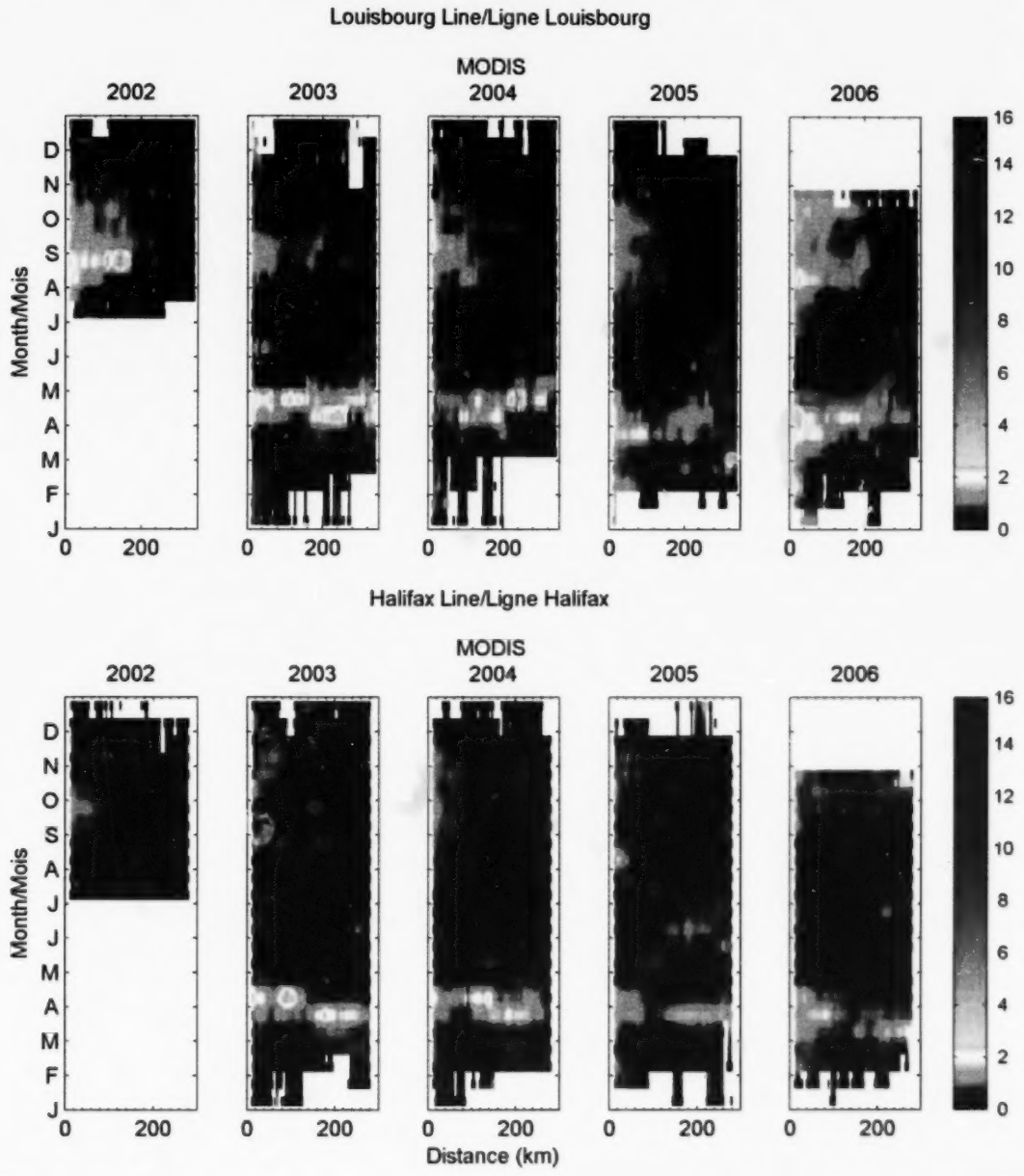

Figure 10. Concentrations de chlorophylle à la surface (2002-2006) le long des transects de Louisbourg et d'Halifax mesurées par le capteur de données sur la couleur de l'océan MODIS.

À plus grande échelle (comme à celle des sous-régions de statistique de la Région des Maritimes), l'efflorescence printanière était en 2006 comparable à celle des années antérieures (fig. 11). Le pic de chlorophylle du printemps, par exemple, est apparu, en JoursAnnée (JA), (94-98 JA) dans l'est du plateau et légèrement plus tôt (82-91 JA) dans le centre et dans l'ouest du plateau. Le pic de chlorophylle à la station fixe Halifax-2 est survenu à 95 JA. Contrairement aux résultats obtenus à Halifax-2, les données de télédétection par satellite ne révélaient pas que l'ampleur de l'efflorescence printanière en 2006 était bien plus basse que les années

précédentes, sauf pour ce qui est du banc Georges où aucune efflorescence printanière n'apparaissait au-dessus des fortes teneurs de fond en chlorophylle.

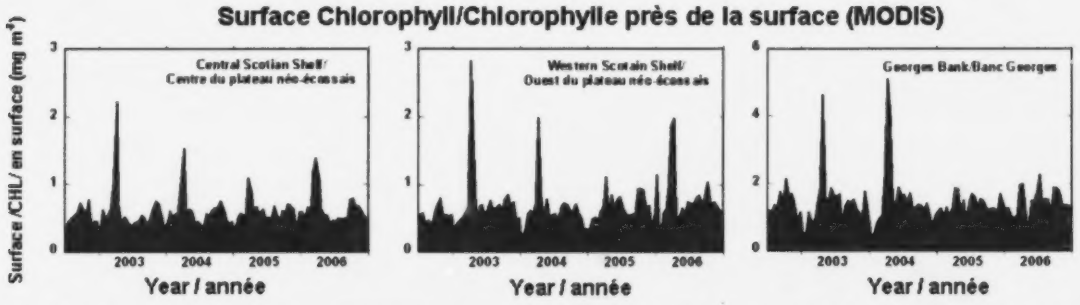

Figure 11. Concentrations de chlorophylle dans les eaux de surface du centre et de l'ouest du plateau néo-écossais et du banc Georges d'après le capteur de données sur la couleur de l'océan MODIS.

Enregistreur de plancton en continu. Ce sont les CPR qui nous donnent la plus longue série de données sur le plancton dans l'Atlantique Nord-Ouest. L'analyse de ces données est décalée d'un an par rapport aux résultats du PMZA; par conséquent, on ne dispose actuellement que des données allant jusqu'en 2005. Elles révèlent néanmoins que l'indice de coloration du phytoplancton et l'abondance des grands dinoflagellés et diatomées sur le plateau néo-écossais (57 °-66 °O) ont été considérablement plus élevés à partir du début des années 1990 et jusque dans les années 2000, comparativement à ce qu'on avait observé dans les années 1960 et 1970 (fig. 12). À plus court terme, l'indice de coloration du phytoplancton sur le plateau néo-écossais diminue depuis quelques années, mais ses valeurs restent supérieures à la moyenne à long terme. L'abondance des diatomées est restée inchangée en 2005, mais en revanche celle des dinoflagellés a augmenté considérablement par rapport à ses bas niveaux des années 2003 et 2004, pour revenir au-dessus de la moyenne à long terme. Les tendances quelque peu incohérentes observées entre l'indice de coloration et le nombre de diatomées et de dinoflagellés peuvent s'expliquer par le fait que l'indice de coloration peut aussi englober des espèces de phytoplancton plus petites que celles qui sont habituellement dénombrées (le CPR retenant des particules inférieures au maillage nominal de 260 μm de la gaze de soie).

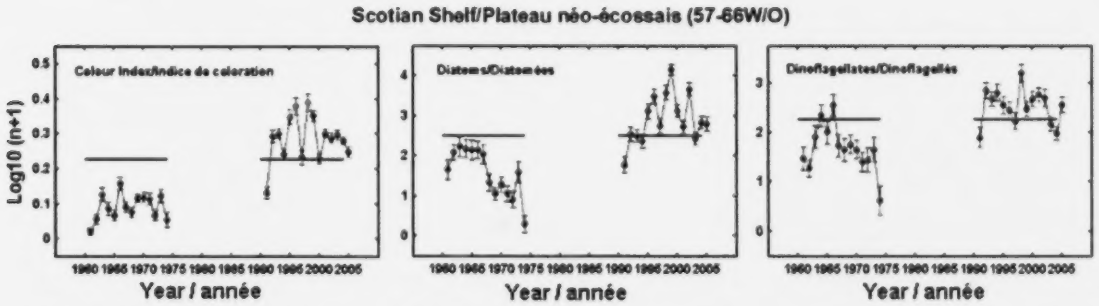

Figure 12. Série chronologique (1961-2005) de l'abondance annuelle moyenne du phytoplancton dans les eaux du plateau néo-écossais établie d'après les données des enregistreurs de plancton en continu (CPR).

En 2005, l'abondance et le cycle saisonnier du phytoplancton étaient plus conformes aux tendances observées dans les années 1990 et 2000 qu'à celles des années 1960 et 1970 (fig. 13). Quoique la période du pic d'abondance (avril) n'ait pas changé, on observe maintenant

des niveaux d'abondance beaucoup plus élevés, en particulier des diatomées, que ceux des années 1960 et 1970.

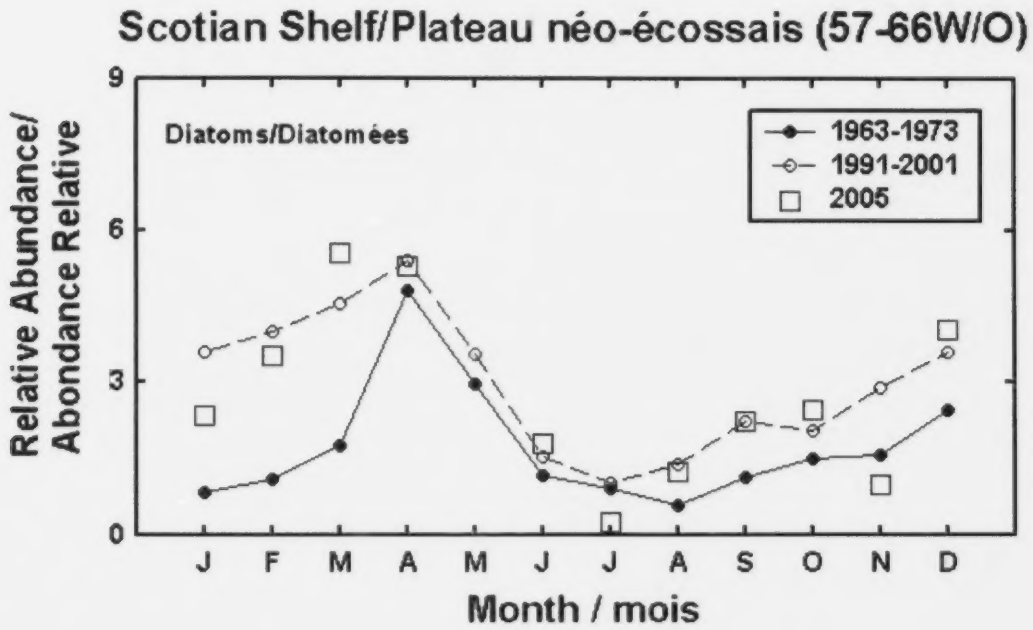

Figure 13. Abondance moyenne mensuelle du phytoplancton (diatomées) dans les eaux du plateau néo-écossais établie d'après les données des enregistreurs de plancton en continu (CPR).

Zooplancton

Stations fixes. La biomasse de zooplancton aux deux stations fixes de la Région des Maritimes tout au long de l'année 2006 était comparable ou légèrement supérieure à ses valeurs précédentes (fig. 14). À Halifax-2 en 2006, la biomasse était inférieure, toutefois, à sa moyenne à long terme à la fin de l'année (octobre-décembre). En revanche, la biomasse de zooplancton à Prince-5 en 2006 était notablement plus élevée au début de l'année (janvier-avril) que la moyenne à long terme. Cela venait probablement d'un reliquat des fortes biomasses observées à la fin des années 2005. La biomasse de zooplancton à Prince-5 ne représente habituellement qu'une petite fraction (10-20 %) de la biomasse observée à Halifax-2 et ses pics sont généralement plus vastes et surviennent bien plus tard dans l'année.

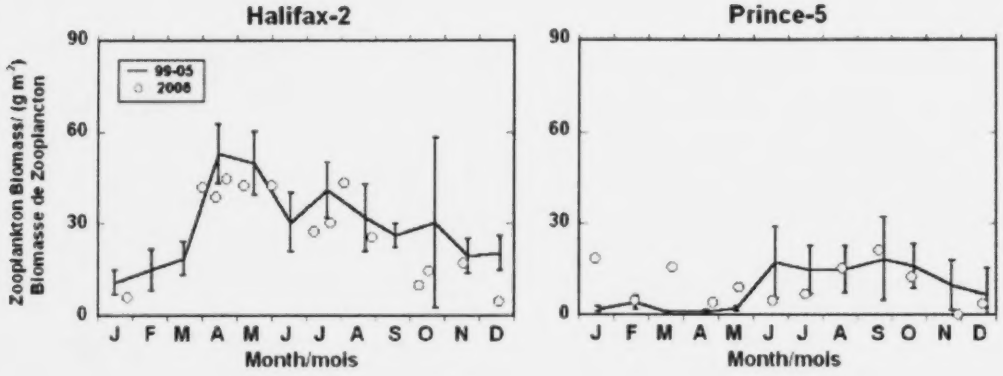

Figure 14. Biomasse de zooplancton aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Comme cela a été le cas pour la biomasse de zooplancton, l'abondance de *Calanus finmarchicus* aux deux stations fixes en 2006 était à peu près égale ou supérieure à ses niveaux antérieurs (fig. 15). À Halifax-2, l'abondance de *C. finmarchicus* était cependant légèrement plus basse au début de l'année (mars-mai) et, par conséquent, le pic d'abondance s'est produit plus tard par rapport à la moyenne à long terme (avril-mai). L'abondance de *C. finmarchicus* à Prince-5 en 2006 (moyenne : ~ 14 000 m^{-2}) était la plus haute observée depuis l'abondance record de 2001 (~ 15 000 m^{-2}). Comme dans le cas de la biomasse de zooplancton, l'abondance de *C. finmarchicus* était bien supérieure à la normale au début de l'année (janvier-avril), reliquat vraisemblable de ses hauts niveaux observés à la fin de 2005. L'abondance de *C. finmarchicus* à Prince-5 continue de ne représenter qu'une petite fraction de l'abondance de cette espèce à Halifax-2.

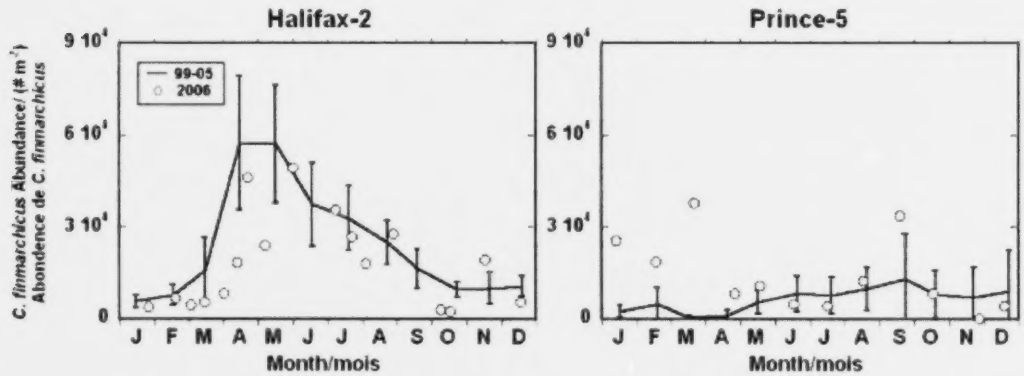

Figure 15. Abondance de Calanus finmarchicus aux stations fixes du PMZA dans la Région des Maritimes en 2006.

Une analyse de la hiérarchie de la communauté a révélé que la domination numérique (~ 70-90 %) des copépodes parmi le mésozcoplancton s'est poursuivie tout au long de l'année 2006 dans les deux stations fixes de la Région des Maritimes. On a observé à nouveau en 2006 la poussée récurrente de larves d'échinodermes et de pouces-pieds ainsi que d'euphausiacés qui s'était manifestée précédemment au printemps et en été à Prince-5. En 2006, aux deux stations fixes, les copépodes étaient dominés (> 50 % une bonne partie de l'année) par les petites espèces (*Oithona sp.*, *Pseudocalanus sp.*, *Paracalanus sp.*, *Clausocalanus sp.*,

Centropoges sp. et *Temora sp.*), comme les années précédentes, quoiqu'en nombre moindre. L'abondance d'*Oithona sp.* était la plus basse enregistrée à Prince-5 tandis que celle de *Pseudo/Paracalanus sp.* était la plus basse depuis 2002 aux deux stations fixes. L'importance relative des espèces plus grosses (*Calanus sp, Metridia sp.*) a augmenté aux deux stations. À Prince-5, les « autres » espèces de copépodes (comme *Acartia sp.*, harpacticoïdes) représentent une fraction importante (~ 40-60 %) des copépodes en été, tandis qu'elles jouent un rôle mineur (< 10 %) à Halifax-2. Dans l'ensemble, l'abondance totale de copépodes à Halifax-2 était la plus basse observée depuis le seuil record de 2002. Une analyse de la répartition de la biomasse (plutôt que de l'abondance numérique) des copépodes dominants à Halifax-2 révélait que la contribution des plus petites espèces (*Pseudocalanus sp., Oithona sp.*) était en 2006 la plus basse (~ 1-2 %) depuis le début des observations, en 1999. De plus, la biomasse du calanoïde d'eau froide *C. glacialis* était en 2006 la plus basse enregistrée à cette station. Il ressort de la répartition des stades de *C. finmarchicus* en 2006 que la reproduction (révélée par la présence des premiers stades de développement I-III) était en général limitée au pic du printemps et du début de l'été à Halifax-2 (fig. 16). Aux deux stations, la durée de la période de reproduction semblait plus courte que précédemment. Le potentiel de reproduction de *C. finmarchicus* à Halifax-2 en 2006 (si on se fonde sur l'abondance des stades de développement) pourrait être qualifié de « piètre » en raison du faible nombre d'organismes aux stades CI-CIII, presque aussi faible que les seuils records enregistrés en 2002. Toutefois, l'abondance aux stades CIV-CVI était comparable à la moyenne à long terme.

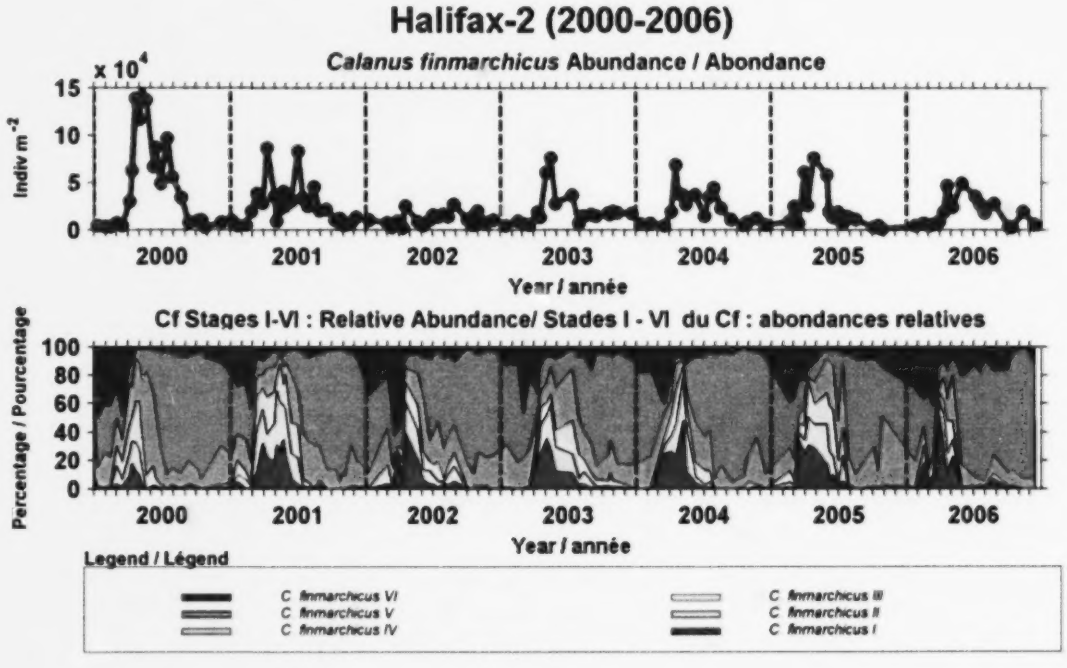

Figure 16. Série chronologique (2000-2006) de l'abondance et stades de développement de Calanus finmarchicus à la station Halifax-2.

Transects du plateau néo-écossais. La biomasse de zooplancton et l'abondance de *C. finmarchicus* sont généralement plus élevées sur le plateau néo-écossais au printemps qu'en automne, sauf le long du transect du détroit de Cabot, où elles sont plus élevées en automne. De plus, la biomasse tend à augmenter d'ouest en est, tandis que l'abondance de *C. finmarchicus* suit une tendance inverse. Ces régimes de répartition du zooplancton ont été

généralement observés en 2006 également. La biomasse au printemps et en automne 2006 était comparable à ses niveaux antérieurs le long de tous les transects (~ 30-60 g de poids frais/m^2 au printemps, comparativement à ~ 20-80 g de poids frais/m^2 en automne. Contrairement à la biomasse de zooplancton, l'abondance de *C. finmarchicus* était plus élevée qu'habituellement au printemps 2006 le long du transect du banc de Brown (~ 65 000 individus/m^2, comparativement à une moyenne à long terme de ~ 45 000 ind./m^2), alors que l'abondance printanière était plus basse le long du transect d'Halifax (~ 25 000 ind./ m^2 par rapport à une moyenne à long terme de ~ 50 000 m^2). Au cours du relevé d'automne, l'abondance était la deuxième en importance jusqu'ici le long du transect d'Halifax (~ 15 000 ind./m^2 par rapport à une moyenne à long terme de ~ 10 000 ind./m^2). Cela fait donc deux ans que l'abondance atteint des niveaux records.

Relevés sur le poisson de fond. La répartition de la biomasse de zooplancton observée durant les grands relevés de la période hiver-printemps et de l'été sur le poisson de fond peut être qualifiée de très variable dans l'espace et dans le temps. En général, toutefois, la biomasse est à son plus fort dans les bassins profonds et dans les eaux profondes du large du plateau, ou dans les chenaux (p. ex. chenal Nord-Est, au large du banc Georges). De plus, durant les relevés d'été, la biomasse a toujours été plus élevée dans l'ouest que dans l'est du plateau néo-écossais. Cela tranche avec la croissance est-ouest observée dans la biomasse au cours des relevés de printemps et d'automne, l'écart étant lié vraisemblablement aux saisons. Dans le relevé de 2006, la biomasse moyenne de zooplancton en février sur le banc Georges (~ 10 g de poids frais/m^2) était inférieure à la biomasse moyenne à long terme (~ 20 g de poids frais/ m^2). La biomasse de zooplancton durant le relevé de mars dans l'est du plateau néo-écossais était la plus basse à ce jour (10 g de poids frais/m^2, la moyenne à long terme étant de 50 g de poids frais/m^2). De la même manière, la biomasse de zooplancton était inférieure à la normale durant le relevé de juillet sur le plateau néo-écossais en 2006 (~ 30 g de poids frais/m^2), la moyenne à long terme étant de ~ 35 g de poids frais/m^2. Les trois relevés semblent dénoter une tendance à la baisse de la biomasse de zooplancton au fil du temps cela étant particulièrement apparent dans le déclin observé d'année en année lors du relevé de juillet. Les données sur les espèces de zooplancton observées dans la plupart des relevés sur le poisson de fond ont été traitées, mais pas encore interprétées, toutefois l'abondance de *C. finmarchicus* dans le relevé de juillet a été établie et contrairement à la biomasse de zooplancton, elle atteignait en 2006 des niveaux records (> 40 000/m^2).

Enregistreurs de plancton en continu. Si le phytoplancton était abondant sur le plateau néo-écossais dans les années 1990 et 2000 par rapport aux années 1960 et 1970, la tendance a été généralement contraire (plus basses valeurs dans les années les plus récentes) dans le cas du zooplancton, en particulier du début au milieu des années 1990 (fig. 17). Dans les quelques dernières années, l'abondance du zooplancton s'est rétablie par rapport à ses basses valeurs du milieu de la décennie 1990 pour ce qui est du plateau néo-écossais, mais certaines espèces restent peu nombreuses dans l'Atlantique Nord-Ouest. À cet égard, il convient de signaler la hausse spectaculaire de l'abondance de *C. finmarchicus* et de *Paracalanus/Pseudocalanus sp.* aux premiers stades de développement (CI-CIV) sur le plateau néo-écossais. Leurs niveaux se situent maintenant alentour ou au-dessus de la moyenne à long terme. Les cycles de l'abondance saisonnière des espèces de zooplancton en 2005 ne pouvaient pas être facilement alignés sur les tendances des années 1960-1970 ou 1990, comme c'était le cas pour le phytoplancton, en raison de la plus petite différence dans l'abondance du zooplancton d'une décennie sur l'autre et de la plus grande variabilité saisonnière.

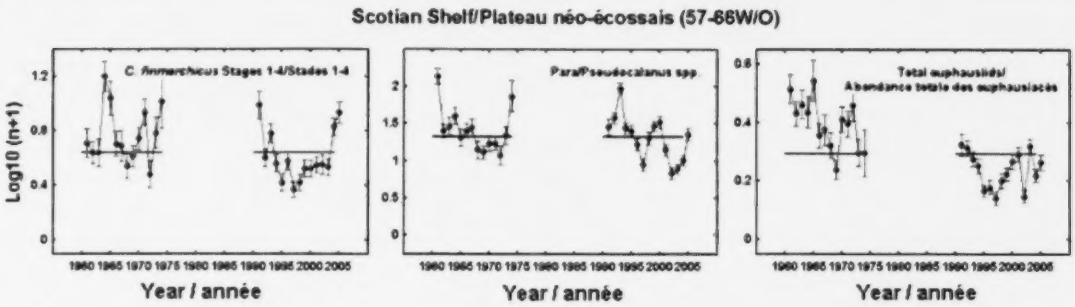

Figure 17. Série chronologique (1961-2005) de l'abondance annuelle moyenne du zooplancton sur le plateau néo-écossais établie d'après les données des enregistreurs de plancton en continu (CPR).

Sources d'incertitude

Les tendances générales de la répartition spatiale des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'océan dans la zone de l'Atlantique Nord-Ouest faisant l'objet d'une surveillance dans le cadre du PMZA sont restées relativement constantes de 1999 à 2005. Quoiqu'il y ait des variations saisonnières dans la répartition des masses d'eau, des plantes et des animaux, ces variations reflètent des tendances généralement prévisibles. Toutefois, il y a une incertitude considérable dans les estimations de l'abondance globale du phytoplancton et du zooplancton, due en partie au cycle biologique des animaux, à leur répartition spatiale éparse et à l'étendue limitée du programme de monitorage dans la région.

Les caractéristiques physiques (température et salinité) et chimiques (nutriants) sont bien échantillonnées parce qu'elles présentent des propriétés assez constantes, qui sont peu susceptibles de changer d'année en année. De plus, la mesure de ces caractéristiques comporte un bon degré de précision. La seule exception concerne les eaux de surface, dans lesquelles des changements rapides de l'abondance du phytoplancton, en particulier durant l'efflorescence printanière, peuvent occasionner une rapide raréfaction des nutriants. Soucieux de rester prudents dans notre description des changements qui surviennent à long terme dans les caractéristiques physiques, nous limitons nos conclusions aux concentrations de nutriants des eaux profondes.

Ce sont nos estimations de l'abondance du phytoplancton qui sont la plus grande source d'incertitude, en raison des difficultés qu'il y a à décrire les variations interannuelles de la période, de l'ampleur et de la durée de l'efflorescence printanière. En effet, le phytoplancton peut connaître des changements rapides d'abondance, sur des échelles temporelles de l'ordre de plusieurs jours à plusieurs semaines. Comme notre échantillonnage est limité dans le temps et qu'il souffre de ruptures temporelles dues au manque de disponibilité des navires ou aux conditions météorologiques qui frappent souvent nos relevés aux stations fixes en hiver, il ne nous est pas possible de bien échantillonner au printemps le phytoplancton et d'autres paramètres importants. De plus, des variations dans la période à laquelle survient l'efflorescence printanière de plancton dans la région par rapport à nos relevés océanographiques de printemps peuvent limiter notre capacité à déterminer les variations interannuelles de l'abondance maximale de phytoplancton. En revanche, nous savons mieux décrire les variations interannuelles de l'abondance des espèces dominantes de phytoplancton, parce que leur cycle saisonnier se mesure en semaines et en mois, en raison de leur temps de génération plus long. Toutefois, la zooplancton présente une plus grande variabilité de sa répartition spatiale. Quoique les variations interannuelles dans l'abondance des groupes dominants, comme les copépodes, puissent être évaluées de manière satisfaisante, on ne peut

estimer avec fiabilité les variations dans l'abondance des espèces rares, dispersées ou éphémères.

Dans les Régions des Maritimes et du Golfe, l'échantillonnage saisonnier à la station fixe de la vallée de Shediac (sud du Golfe) a souffert considérablement du manque de temps-navire; seulement 4 à 6 des ~ 15 opérations d'échantillonnage visées ont été exécutées ces 3 à 4 dernières années. Il existe aussi une grande lacune dans les données concernant la partie canadienne du golfe du Maine et du banc Georges. Cette importante composante géographique de la Région des Maritimes n'est pas systématiquement échantillonnée dans le cadre du PMZA, sauf pour ce qui est d'un échantillonnage modeste durant les relevé sur le poisson de fond de février et juillet, et de la télédétection par satellite; par conséquent, on ne connaît pas les variations intersaisonnières des principales caractéristiques de l'océan dans ce secteur. En ce qui concerne les composantes écosystémiques, le macrozooplancton, en particulier le krill, ne fait pas, lui non plus, l'objet d'un échantillonnage systématique dans les eaux de la Région des Maritimes et du Golfe, sauf au CPR. C'est pourquoi on ne dispose pas d'estimations quantitatives de sa biomasse, de son abondance et de sa variabilité interannuelle.

CONCLUSION ET AVIS

En 2006, les concentrations hivernales maximales et estivales minimales de nutriants à la surface ont continué de diminuer à Halifax-2 et la baisse de ces concentrations de nutriants peut avoir contribué à la moindre envergure et à la brièveté de l'efflorescence du printemps ainsi qu'au recul des concentrations de fond en chlorophylle à cette station. Sur une échelle temporelle plus longue (décennale) les données des CPR révèlent que l'efflorescence printanière de phytoplancton sur le plateau néo-écossais a été bien plus grande et qu'elle a commencé plus tôt que les efflorescences de la première décennie d'observations, remontant à quelque 30 ans.

Les bas niveaux quasi-records de l'abondance du principal copépode, *C. finmarchicus*, à ses jeunes stades de développement (CI-CIII) et une période de reproduction plus courte que la normale à Halifax-2 en 2006 peuvent être liés au déclin de l'efflorescence printanière à cette station. De plus, l'importance relative des plus petites espèces (comme *Pseudocalanus sp.* et *Oithona sp.)* par rapport aux plus grandes (comme *Calanus sp.* et *Metridia sp.)* a diminué en 2006. La biomasse de zooplancton a continué de diminuer aussi dans les relevés sur le poisson de fond. Les tendances à long terme de l'abondance du zooplancton d'après les données des enregistreurs de plancton en continu révèlent que l'abondance de plusieurs espèces importantes continue de se maintenir aux niveaux ou en dessous des niveaux observés dans les années 1960-1970; toutefois, certaines espèces, (p. ex., *C. finmarchicus*, *Paracalanus/Pseudocalanus sp.,* euphausiacés) se rétablissent et se situent maintenant aux alentours ou au-dessus de la moyenne à long terme.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Harrison, G., D. Sameoto, J. Spry, K. Pauley, H. Maass, C. Porter, and V. Soukhovtsev. 2007. Optical, chemical, and biological oceanographic conditions in the Maritimes Region in 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2007/050.

MPO, site Web SeaWiFS/MODIS : http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/remotesensing.html

Petrie, B., P. Yeats, and P. Strain. 1999. Nitrate, silicate and phosphate atlas for the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 203, 96pp.

Therriault, J.C., et al. (11 co-authors). 1998. Proposal for a Northwest Atlantic Zonal Monitoring Program. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 194, 57pp.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

contactez : G. Harrison (Ph.D.)
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)

Tél. : 902-426-3879
Téléc. : 902-426-9388
Courriel : harrisong@mar.dfo-mpo.gc.ca
Site Web : http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_f.html

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la reine du chef du Canada, 2007

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2007. État de l'océan en 2006 : conditions chimiques et biologiques dans le golfe du Maine et la baie de Fundy ainsi que sur le plateau néo-écossais. Secr. can. consult. sci. du MPO, Avis sci. 2007/047.